

MRI 与 DSA 影像融合联合电生理监测对 脑动静脉畸形伴癫痫手术的价值

孙荣辉 徐国政 杜 浩 宋 健 黄 河 赵曰圆 马廉亭

【摘要】目的 探讨 MRI 与 3D-DSA 三维影像融合联合电生理监测在脑动静脉畸形伴癫痫显微手术中的应用价值。**方法** 将 1 例脑动静脉畸形合并癫痫患者的 MRI 与 3D-DSA 影像数据输入神经导航进行影像融合,对病灶进行精准定位,联合术中电生理监测,完成脑动静脉畸形及致痫灶显微切除术。**结果** 本例通过 MRI 与 3D-DSA 影像融合,精确定位显示病灶范围,术中实时导航找到主要供血动脉及引流静脉,成功切断主要供血动脉,完整切除畸形血管团,同时结合术中神经电生理技术定位脑功能区及致痫灶,术后患者无神经功能缺损,复查 DSA 示畸形无残留,脑电监测颅内未见异常放电。**结论** MRI 与 3D-DSA 影像融合结合术中电生理监测联合应用,可以既能完全切除脑动静脉畸形病灶,又能同时清除致痫灶,保护脑重要功能区,为重要功能区脑动静脉畸形继发癫痫的治疗提供了一种安全有效的新方法。

【关键词】 脑动静脉畸形;癫痫;MRI;3D-DSA;影像融合;手术;术中神经电生理监测;神经导航
【文章编号】 1009-153X(2015)07-0403-04 **【文献标志码】** A **【中国图书资料分类号】** R 743.4; R 651.1²

Value of MRI and 3D-DSA images fusion combined with intraoperative neuro-electrophysiological technique to surgery for intracranial arteriovenous malformation associated with epilepsy

SUN Rong-hui, XU Guo-zheng, DU Hao, SONG Jian, HUANG He, ZHAO Yue-yuan, MA Lian-ting. Department of Neurosurgery, Wuhan General Hospital, Guangzhou Command, PLA, Wuhan 430070, China

【Abstract】 Objective To investigate the value of MRI and 3D-DSA images fusion combined with intraoperative neuro-electrophysiological technique to the surgery for intracranial arteriovenous malformation (AVM) associated with epilepsy. **Methods** MRI and 3D-DSA images fusion was performed in 1 patient with epilepsy induced by AVM, in whom, AVM and epileptogenic zone were resected by neuronavigator-assisted surgery under eletrophysiological monitoring. **Results** The lesion was exactly located by MRI and 3D-DSA images fusion. The main arteries supplying blood to AVM and veins dainaging from AVM were found by the real-time navigation and then were ligated and cut off. AVM was totally resected. The epileptogenic zone and the functional cortex were accurately located by intraoperative eletrophysiological technique. The epileptogenic zone were successfully resected without neurological functional deficits. **Conclusions** MRI and 3D- DSA images fusion technology, which can clearly show anatomical structure and vascularity on the same image, combined with electrophysiological technique, which can locate epileptogenic zone and functional areas, is of the great value to the surgery for the epilepsy secondary to the intracranial AVM.

【Key words】 Digital subtraction angiography; MRI; Images fusion; Intracranial arteriovenous malformations; Epilepsy; Surgery; Neuro-electrophysiological technique; Neuronavigation system

脑动静脉畸形(arteriovenous malformations, AVMs)伴癫痫患者并不少见,多见于青少年,其的治疗方法包括血管内治疗、手术切除、立体定向放射治疗及联合治疗,临床治愈困难。对位于脑重要功能区且体积较大的AVMs继发癫痫的患者,是临床治疗的难点,如何做到既切除病灶又控制癫痫,是治疗成功的关键。我科2013年就开展了MRI与3D-DSA

影像融合新技术结合神经导航行脑深部血管小病灶的显微直视手术^[1,2]。本文报道1例右额叶AVMs继发癫痫的患者,术前完善视频脑电监测;经3D-DSA与MRI三维影像融合模拟确定切除范围,在神经导航指引及术中电生理监测下,一期手术完成AVMs及致痫灶切除,术后患者癫痫控制,复查DSA示畸形全部切除,现结合文献复习报道如下。

1 病例资料

患者,男,22岁。因发作性意识不清伴左侧肢体抽搐5 h入院。头颅MRI薄层平扫+增强扫描示右额叶AVMs(图1A)。头颅CT示右额叶点状钙化灶

doi:10.13798/j.issn.1009-153X.2015.07.007
作者单位:430070 武汉,广州军区武汉总医院神经外科(孙荣辉、徐国政、杜 浩、宋 健、黄 河、赵曰圆、马廉亭)
通讯作者:徐国政,E-mail:xu-gz@163.com

(图 1B)。体格检查:神志清楚,无明显神经系统阳性体征。入院后完善 24 h 视频脑电监测,监测期间未见癫痫发作,脑电结果示睡-醒各期右侧额极、额及前颞区较多尖波发放(图 2A)。DSA 示右额叶 AVMs,主要由右侧胼缘动脉分支供血,右侧大脑中动脉部分分支参与供血,右侧大脑前动脉异常增粗(图 1C、1D)。术前行 MRI 与 DSA 三维影像融合并模拟手术。

全麻后,Mayfield 头架固定头部,术前导航下在头皮体表标记手术切口,范围覆盖瘤巢及邻近的主要供血动脉和引流静脉。切开硬膜时避免损伤软脑膜上粗大引流静脉,术中在神经导航实时指引下先确定主要的供血动脉,以动脉瘤夹临时阻断后切断,以减少病灶血供降低病灶张力,然后探查畸形血管团边界,并沿病灶周边切断所有进入畸形血管团的小供血动脉分支(图 3、4)。同时在术中电生理监测下确定中央前回功能区、癫痫灶切除范围,全切畸形血管团及致痫灶,最后切断引流静脉。其中畸形血管团约 5.5×5.0×5.8 cm³,色灰红,海绵状,质软。彻底止血后严密修补硬脑膜,骨瓣复位并缝合头皮。术中出血约 300 ml。术后病理检查示 AVMs(图 5)。术后复查 DSA 示畸形全切除(图 1E、1F)。术后脑电监测(颅内未见异常放电)未见异常放电(图 2B)。术后患者清醒,左侧肢体肌力 5 级,癫痫未再发作,给予卡马西平口服。

2 讨论

脑 AVMs 为先天性脑血管疾病,多见于年轻人,主要症状为继发性颅内出血(30%~55%)、癫痫发作(16%~53%),以及因盗血导致周围正常脑组织血流减少或消失出现的脑神经功能受损等。

2.1 MRI/3D-DSA 三维影像融合及神经电生理技术在脑 AVMs 术中应用价值 本例患者为年轻男性,AVMs 位于右侧额叶皮层重要功能区,体积较大,血供丰富,包括同侧的大脑前动脉及大脑中动脉的多个分支。术前脑电监测示右额叶见较多中波幅尖波,前颞区也可见异常放电。因患者以癫痫为首发症状,但考虑畸形血管团及致痫灶均位于皮层,且大部分重叠,手术切除既可解决出血病灶又能解决致痫灶。既往报道这类手术,主要靠单一影像(MRI 或 DSA)定位,MRI 虽可看清病灶,但分不清供血动脉、畸形血管团及引流静脉;而 DSA 虽可清晰了解畸形血管团全貌,但看不清与脑组织的解剖关系。本例采用了 MRI 与 3D-DSA 影像融合新技术,这样在同一张融合影像上既可看清畸形血管团的供血全貌,又可看清畸形血管团与周围脑解剖结构的关系,能直观全面显示单一影像无法提供的信息,大大提高了对病变的认识,有利于指导手术治疗,做到精准定位切除动静脉畸形血管团与致痫灶^[3]。对于血供丰富的 AVMs,手术中如何一一辨认、阻断供血动脉并

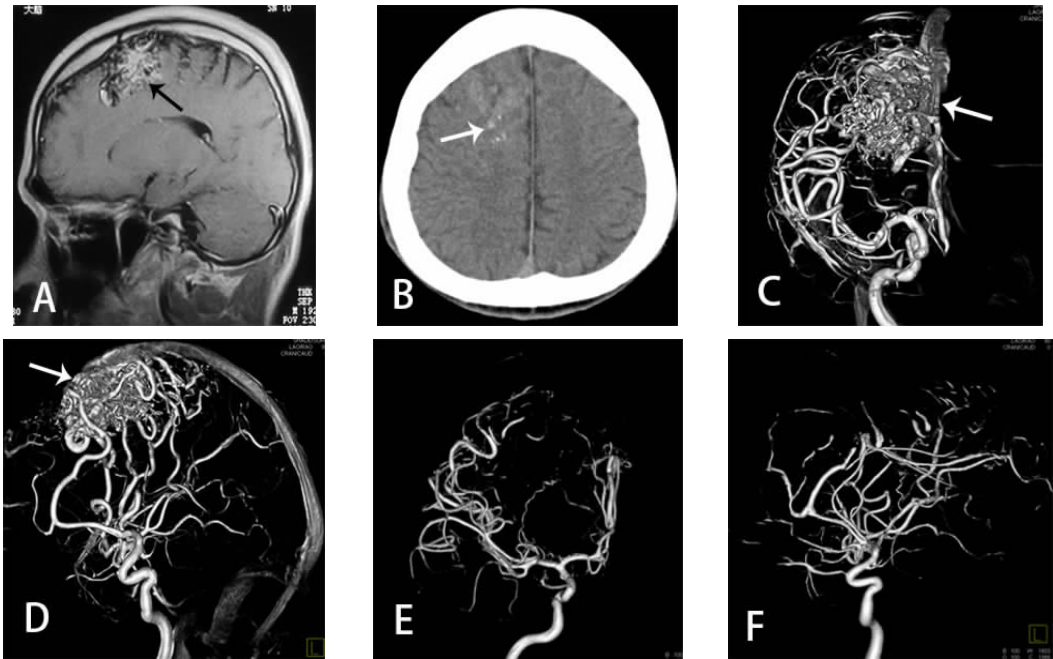


图 1 右额叶动静脉畸形伴癫痫患者手术前后影像

A. 术前头部 MRI,红色↑示畸形血管团;B. 术前头部 CT,红色↑示畸形血管团中钙化;C. 术前 3D-DSA 正位像,红色↑示畸形血管团;D. 术
前 3D-DSA 侧位像,红色↑示畸形血管团;E. 术后 3D-DSA 正位像,未见畸形血管团显影;F. 术后 3D-DSA 侧位像,未见畸形血管团显影

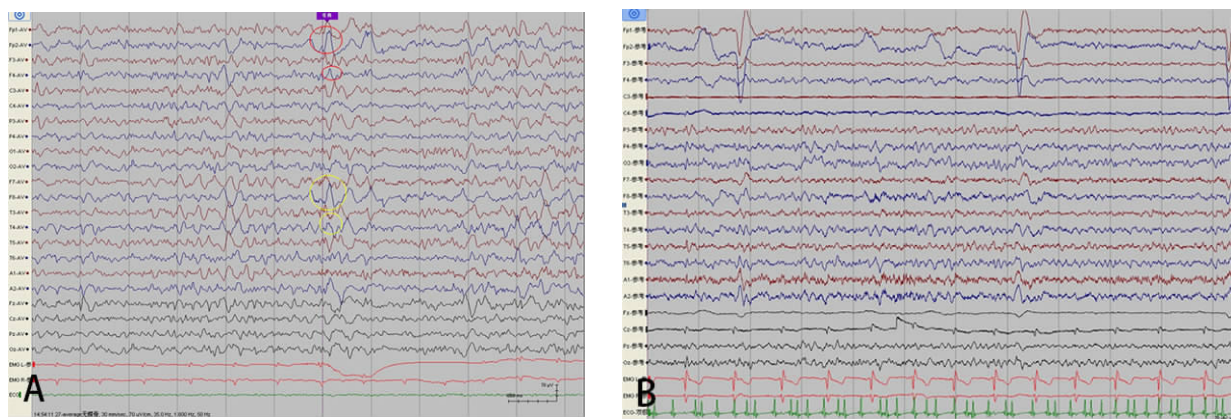


图2 手术前后神经电生理检测

A. 术前脑电图,红圈代表额叶异常放电,黄圈示颞叶异常放电;B. 术后脑电图颅内未见异常放电

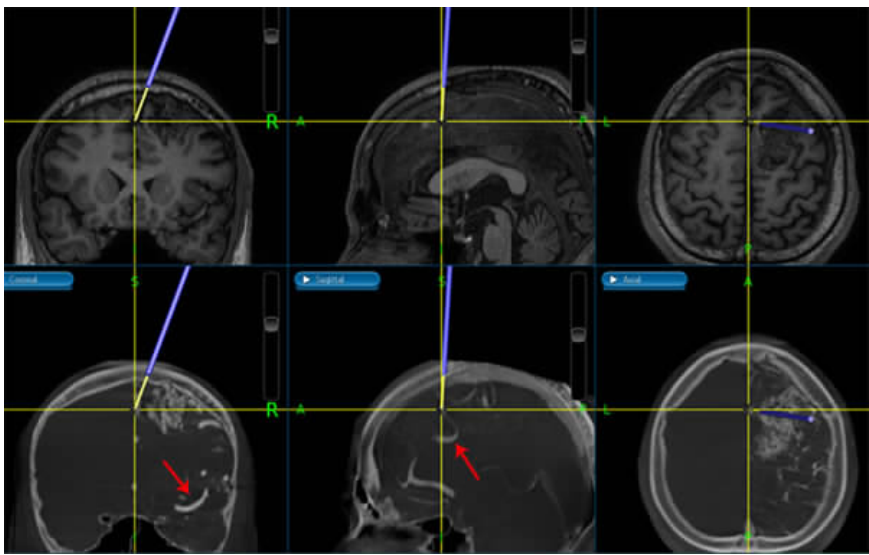


图3 病灶在导航中的冠状位、矢状位及轴位显示及定位影像

↑ 示畸形血管团主要供血动脉

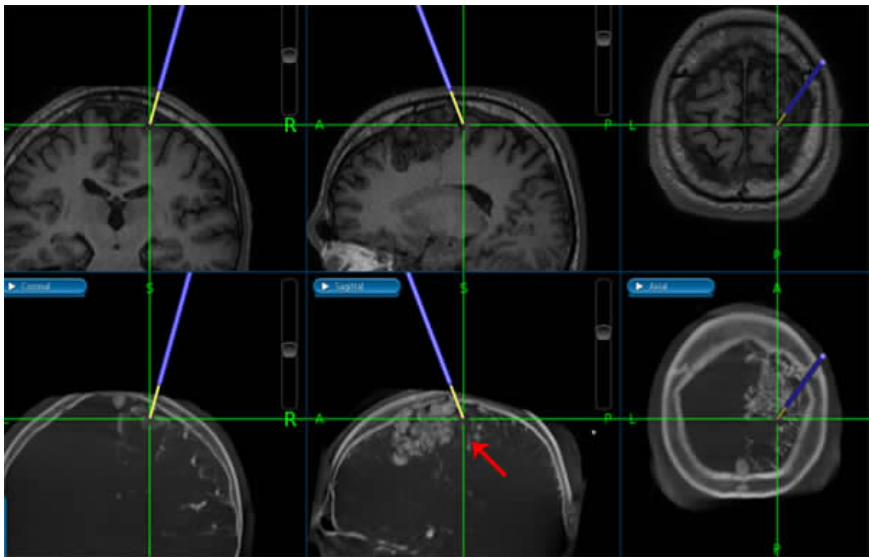


图4 MRI与3D-DSA融合影像

红色↑示畸形血管团在冠状位、矢状位与轴位的后界

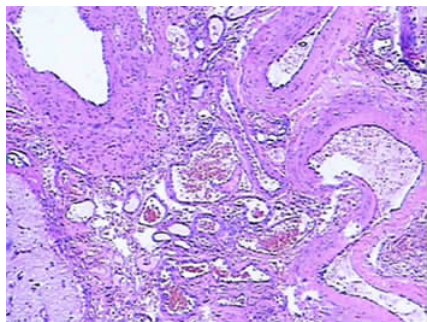


图 5 术后病理示右额叶动静脉畸形(HE, ×200)

保护引流静脉到最后阻断,是手术安全切除的前提。对邻近或位于功能区的 AVMs,如何在手术中识别并保护脑功能区也是避免术后出现并发症的关键。因此我们采用 MRI 与 DSA 影像融合联合电生理监测辅助下进行手术治疗这例患者。我们首先将 3D-DSA 与 MRI 影像数据在 Siemens Artis zee 的 X-Wp 三维后处理工作站进行了影像融合,在同一张融合影像上既能看清楚 DSA 影像显示的 AVMs 的供血动脉、畸形血管团、大小及引流静脉,又能看清血管结构在 MRI 影像上的具体解剖位置,而后将 3D-DSA 与 MRI 数据通过 Dicom 接口输入 Medtronic 神经导航进行影像融合,获取融合后的冠状位、矢状位及轴位影像,在神经导航精确指引下,准确的定位畸形血管团的边界及供血动脉,从而可以更加安全有效的切除畸形血管团,保护重要血管分支;在神经电生理监测下,既确定了致病灶,又保护了重要脑功能区,为今后 AVMs 继发癫痫的治疗提供了一种安全有效的新方法。

2.2 技术优势 显微手术是治疗脑 AVMs 最直接有效的方法,既完全切除病灶与致病灶,又不遗留神经功能障碍,是治疗脑 AVMs 的金标准。但对于体积大、位于重要功能区、血供丰富的脑 AVMs,手术难度及风险较大,疗效预后相对较差。显微手术切除的难点是容易出现病灶残留、重要功能区损伤、术中出血难以控制和术后再出血。如何寻找 AVMs 的主要供血动脉以及主要引流静脉同时保护脑功能区,是 AVMs 显微手术切除的技术关键。我们可以通过 3D-DSA 静态与动态三维融合影像多角度全方位详细了解颅内各血管的三维动态结构、形态、大小、位置及毗邻关系。而 MRI 图像则显示出 AVMs 病灶与重要脑功能区的位置关系。曾有报道称可以采用 DSA-MRI 图像融合技术辅助制定手术计划,而本例患者我们直接将 3D-DSA 与 MRI 数据通过 Dicom 接口输入 Medtronic 神经导航进行影像融合,获取融合

后的冠状位、矢状位及轴位影像,在神经导航精确指引下,可以清晰直观了解畸形血管团病灶详细结构及其在脑组织的解剖位置。有了术中实时导航指引,首先先定位出主要的供血动脉及引流静脉,切断主要供血动脉,有效降低病灶内压力,减少术中出血,同时保留了重要的引流静脉可以预防病灶完全切除再出血及正常灌注压突破的发生;术中通过融合图像,精确显示病灶范围,有助于完整切除病灶,同时结合术中神经电生理技术定位运动功能区,最大限度保护周围正常脑组织,提高手术疗效,最大程度上保留重要脑功能。

2.3 技术不足与待研究方向 目前 DSA-MRI 影像融合技术的局限性在于无法显示 AVMs 病灶的血流速度;并且,由于导航术中脑脊液释放、病灶部分切除等操作引起的术中解剖结构漂移,也会影响定位的准确性。但可以结合术中多普勒超声技术来解决这些问题,因为术中超声可清晰显示 AVMs 血管团内血流声像,能快速、准确、实时地对 AVMs 病灶定位,帮助制定或调整手术步骤,并在手术切除畸形血管团后,可实时探查有无畸形残留,判定是否完全切除^[4-6]。

对未破裂的脑 AVMs 是否行手术治疗,目前尚有争论。未破裂的 AVMs 平均每年出血率为 1.2%~2%。1/3~1/2 的未破裂脑 VMs 患者有癫痫发作^[7],而不切除畸形病灶,癫痫无法有效控制。影响脑 AVMs 手术效果的临床因素主要有 AVMs 的大小、分级、是否临近脑功能区、引流静脉和供血动脉情况、年龄、是否合并动脉瘤和术前状态等^[8]。AVMs 病灶越大、临近重要功能区、血供越丰富,手术切除难度和风险越大,预后越差。Han 等^[9]建议 Spetzler-Martin IV~V 级的脑 AVMs 患者行保守治疗。3D-DSA/MRI 影像融合技术的应用,通过神经导航、术中多普勒超声及神经电生理技术多种辅助技术的应用,为手术治疗未破裂的脑 AVMs 完整切除畸形病灶,解决出血风险,并有效控制顽固性癫痫,减少手术并发症及风险,提高治疗效果,提供了新方法、新经验,值得继续研究推广。

【参考文献】

- [1] 黄河,李国栋,肖炳祥,等.基于平板 DSA 数据的神经导航辅助下脑动静脉畸形合并静脉瘤手术 1 例[J].中国临床神经外科杂志,2014,19(1):46-47.

(下转第 409 页)

何精准找到动脉瘤进行夹闭或灼闭是手术成功的前提。传统判断出血责任动脉瘤的方法是,动脉瘤多在出血较多或血肿、血管痉挛与血管移位的部位^[2],出血的动脉瘤形态不规则或多有小阜突起,但不直观,是分析判定。本例我们选择了 3D-DSA 与 CT 影像融合技术,在一张融合影像上,既显示出了动脉瘤解剖位置,又显示出血肿的部位,本例在融合影像的冠状位、矢状位与轴位上可清晰的看到胼周动脉瘤与 CT 所见血肿吻合,同时手术证实胼周动脉瘤为出血的责任动脉瘤。这可能是一种对颅内多发动脉瘤判断出血责任的新方法。

对此例脑深部多发动脉瘤的治疗,我们首先将 3D-DSA 影像与 MRI 影像在 Siemens Artis zee 的 x-wp 三维后处理工作站进行了数据融合^[3,4],在同一张融合影像上既能看清 DSA 影像显示的动脉瘤形态、大小,又能看清动脉瘤在 MRI 影像上的具体解剖位置,而后将 3D-DSA 与 MRI 数据通过 Dicom 接口输入 Medtronic 神经导航进行影像融合,获取融合后的冠状位、矢状位与轴位影像,在神经导航的精确引导下,开颅经纵裂入路,在手术显微镜下分别找到两个动脉瘤,其中左侧胼周动脉瘤约 3.6 mm×3.9 mm,其周围有粘连与黄色含铁血黄素沉着,见其从胼周动脉侧方发出,瘤顶有破口痕迹,予以夹闭并切除。然后,在显微镜下找到左侧大脑前动脉 A₂段动脉瘤,约 2.9 mm×2.5 mm,见其为 A₂段一小分支供血,予以切除瘤体并灼闭供血分支动脉,周围包裹固定。夹闭后,行荧光造影证实左侧大脑前动脉 A₂段与胼周动脉通畅。MRI 与 DSA 融合图像在颅内动静脉畸形

术前评估中的应用已有报道^[5]。本例由于采用了影像融合新技术,在同一张融合影像上既能清晰看清 DSA 显示的动脉瘤,又能看清动脉瘤在 MRI 上脑的具体解剖位置,从而减少手术创伤,精准的神经导航定位引导下行两个动脉瘤的显微手术夹闭,为脑深部不能行血管内栓塞治疗的颅内动脉瘤开创了一个新的手术方法。

【参考文献】

[1] 马廉亭,余 泽,杨 铭,等. 颅内动脉瘤破裂出血后假性动脉瘤形成的实验和临床研究[J]. 中华神经外科杂志, 2004,20(2):118-121.

[2] 陈风华,王君宇,奚 健,等. 颅内多发动脉瘤蛛网膜下腔出血后责任动脉瘤的判定[J]. 中华神经科杂志, 2010,43(8):555-557.

[3] 马廉亭,杨 铭,李 俊,等. DSA 影像融合后处理新技术进展及其在神经外科的应用[J]. 中国临床神经外科杂志, 2013,18(10):626-629.

[4] 向伟楚,杨 铭,李 俊,等. DSA 与 MRI 或 MRA 双三维影像融合技术要点及在颅内动脉瘤诊治中的应用[J]. 中国临床神经外科杂志, 2015,20(2):65-70.

[5] Suzuki H, Shimizu S, Maki H, *et al.* Role of image fusion combining three-dimensional digital subtraction angiography with magnetic resonance imaging in evaluation of unruptured cerebral aneurysms [J]. *Neurol Res*, 2007, 29(1): 58-63.

(2015-06-15 收稿)

(上接第 406 页)

[2] 盛柳青,李 俊,陈 刚,等. MRI 与 DSA 三维影像数据输入神经导航融合性脑深部血管病直视手术的探讨[J]. 中国临床神经外科杂志, 2015,20(4):193-197.

[3] Akdemir H, Oktem S, Menkü A, *et al.* Image-guided micro-neurosurgical management of small arteriovenous malformation: role of neuronavigation and intraoperative Doppler sonography [J]. *Minim Invasive Neurosurg*, 2007, 50(3): 163-169.

[4] 陈晓东,夏 鹰,曹作为,等. 术中实时超声在神经外科手术中的应用[J]. 中国临床神经外科杂志, 2014,19(7): 429-431.

[5] 张小征,莫雪红,马廉亭,等. 彩色经颅多普勒超声在脑血管疾病中的应用[J]. 中国临床神经外科杂志, 2012,17

(6):325-327.

[6] 岑 波,胡 飞,王建一,等. 术中超声引导下显微手术切除颅内深部病灶[J]. 中国临床神经外科杂志, 2013,18(11):667-669.

[7] Stieg P, Batjer HH, Samson D. *Intracranial Arteriovenous Malformations* [M]. New York: Informa Healthcare USA, 2007. 73-79, 215-237.

[8] 李 永,王 硕. 影响脑动静脉畸形手术效果的临床因素[J]. 国外医学·脑血管疾病分册, 2004,12(3):194-197.

[9] Han PP, Ponce FA, Spetzler RF. Intention-to-treat analysis of Spetzler-Martin grades IV and V arteriovenous malformations: natural history and treatment paradigm [J]. *J Neurosurg*, 2003, 98(1): 3-7.

(2015-06-18 收稿)